

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-054141

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 4/86

(21)Application number : 09-207848

(71)Applicant : YOYU TANSANENGATA NENRYO DENCHI  
HATSUDEN SYST GIJUTSU KENKYU KUMIAI

(22)Date of filing : 01.08.1997

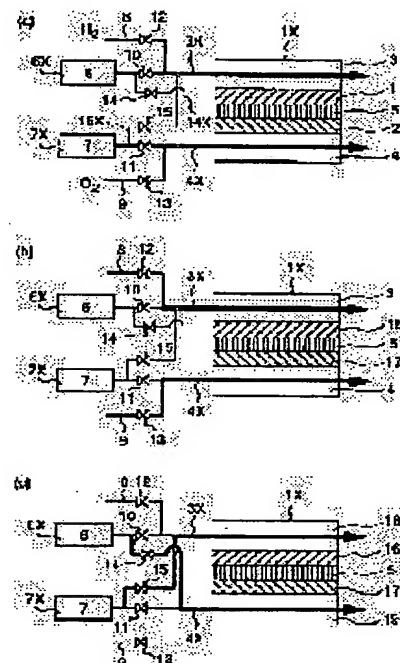
(72)Inventor : KUROE SATOSHI  
MITSUSHIMA SHIGENORI  
YAMAGA MASASHI  
KAMO YUICHI

## (54) MOLTEN CARBONATE FUEL CELL

## (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To restore battery performance to an initial operation condition without replacing a cathode by reducing and anodizing a cathode material when elution of the cathode of a gas diffusive electrode proceeds, oxidizing and cathodizing an anode, and reversing and replacing polarity of reaction gas to be supplied.

**SOLUTION:** When a cathode 1 is consumed by continuous battery operation, supply of reaction gases of gaseous hydrogen 6 and gaseous oxygen 7 is stopped. Gaseous oxygen and gaseous hydrogen are supplied to a cathode gas supply passage 3 and an anode gas supply passage 4, respectively. The cathode 1 mainly composed of nickel oxide is reduced to metallic nickel to form a regenerated anode 16. An anode 2 mainly composed of metallic nickel is oxidized to nickel oxide to form a regenerated cathode 17. Next, gaseous hydrogen 6 and gaseous oxygen 7 are supplied to the cathode gas supply passage 3 and the anode gas supply passage 4, and the regenerated anode 16 is formed as a re-regenerated cathode 16', and the regenerated cathode 17 is formed as a re-regenerated anode 17', and the battery operation is put in an initial operation condition.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.08.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.05.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-54141

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 M 8/04  
4/86

F I  
H 0 1 M 8/04  
4/86

Z  
J  
T

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-207848

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月1日

(71) 出願人 591026676

熔融炭酸塩型燃料電池発電システム技術研  
究組合

東京都豊島区南大塚3丁目10番10号

(72) 発明者 黒江 聡

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 光島 重徳

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

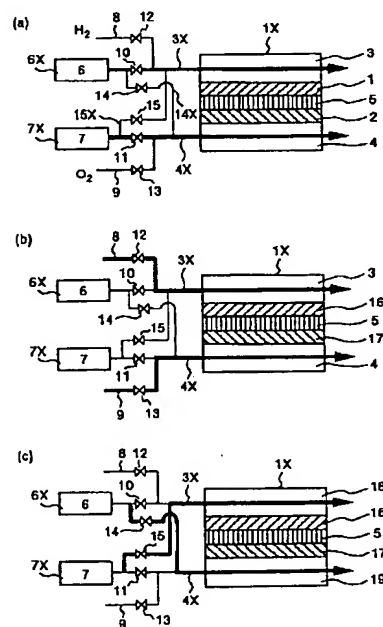
(54) 【発明の名称】 熔融炭酸塩型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 熔融炭酸塩型燃料電池において、劣化した電極を交換することなく、電池性能を回復させることにある。

【解決手段】 容器内に熔融炭酸塩を電解質とする電解質保持板5と、電解質保持板の両側にカソード電極とアノード電極とを配置し、各電極にカソードガス供給路、アノードガス供給路から反応ガスを供給し、カソードガス供給路、アノードガス供給路に設けた供給バルブを切替えて、一方側電極の反応ガスを他方側に供給することにある。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器内に熔融炭酸塩を電解質とする電解質保持板と、電解質保持板の両側にガス拡散性電極とを配置し、各ガス拡散性電極に供給路から反応ガスを供給し、供給路に設けたバルブを切替えて一方側ガス拡散性電極の反応ガスを他方側ガス拡散性電極に供給することを特徴とする熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項2】 容器内に熔融炭酸塩を電解質とする電解質保持板と、電解質保持板の両側にガス拡散性電極とを配置し、各ガス拡散性電極に供給路から反応ガスを供給し、供給路に設けた自動バルブを自動的に切替えて一方側ガス拡散性電極の反応ガスを他方側ガス拡散性電極に供給し、自動バルブを自動的に切替えるには、ガス拡散性電極間に設けた端子間の電極電圧が0、8Vから0、75V以下に降下した電気信号を制御部に入力し、自動バルブを自動的に開閉することを特徴とする熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項3】 容器内に熔融炭酸塩を電解質とする電解質保持板と、電解質保持板の両側にガス拡散性電極とを配置し、各ガス拡散性電極に供給路から反応ガスを供給し、供給路に設けた自動バルブを自動的に切替えて一方側ガス拡散性電極の反応ガスを他方側ガス拡散性電極に供給し、自動バルブを自動的に切替えるには、カソード側ガス拡散性電極の入口に設けた電位参照電極とカソード電位検出端子間の測定した150mA/cm<sup>2</sup>負荷状態で-0、1Vの電極電位が、運転時間と共に-0、2Vの切替基準電位になると電気信号を制御部に入力し、自動バルブを自動的に開閉することを特徴とする熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項4】 各ガス拡散性電極に連通する供給路に設けたバルブを介して、一方側反応ガス源側と他方側ガス拡散性電極側との間を連通する第2バルブを有する第2供給路を設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項5】 両ガス拡散性電極にカソードとアノードとを使用し、カソードガス供給路に通常のカソード反応ガスであるO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>O以外の組成の任意のガスを供給し、アノードのガス供給路に通常のアノード反応ガスであるH<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>OおよびN<sub>2</sub>以外の組成の任意のガスを供給することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項6】 両ガス拡散性電極にカソードとアノードとを使用し、カソードに供給可能なガスの組成が、常温から1000℃の温度範囲において通常のカソード材料である金属酸化体を金属へ変質させることが可能な還元力を有するガスであるか、又はアノードに供給可能な追加ガスの組成が、常温から1000℃の温度範囲において通常のアノード材料である金属体をその酸化物へ変質させることが可能な酸化力を有するガスであることを特

徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の熔融炭酸塩型燃料電池。

【請求項7】 両ガス拡散性電極にカソードとアノードとを使用し、カソードが少なくともNi、Cu、Fe、Cr、Ag、Coの何れかを含む材料で構成し、アノードが少なくともNi、Cu、Fe、Cr、Al、Coの何れかを含む材料で構成されることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の熔融炭酸塩型燃料電池。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は熔融炭酸塩型燃料電池のガス供給路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】熔融炭酸塩型燃料電池は熔融炭酸塩を電解質とする電解質保持板と該電解質保持板を挟んで対向する1対のガス拡散性電極と、それぞれの該ガス拡散性電極の前記電解質板と接する面の反対側に設けた1対の金属集電板、及び該集電板の前記ガス拡散性電極と接する面の反対側に反応ガス供給路を形成する流路形成体を備えた1対のセパレータを具備する単位電池1個以上で構成されている。熔融炭酸塩型燃料電池は、一般的に電解質保持板としてリチウムアルミネート多孔質体、ガス拡散性電極としてカソードには酸化ニッケル系多孔質体、アノードにはニッケル系多孔質体、電解質としては炭酸リチウムと炭酸カリウム或いは炭酸ナトリウムの混合炭酸塩、セパレータ及びガス供給路形成体に高耐食性金属材料が用いられる。

【0003】熔融炭酸塩型燃料電池は長時間の運転に伴いカソードの酸化ニッケルが上記電解質保持板中に溶解し、アノード側の近傍において還元され金属ニッケルとして析出する現象が生じる。この溶解及び析出によりカソード自身が損耗が消耗してしまう。カソードの消耗により、電極反応に関与する表面積が低減するためにカソードにおける反応抵抗が増大する。その結果、カソードの性能が低下し、単位セルにおいて外部へ取り出すことが可能な電圧が低下してしまう。

【0004】カソードの溶解の抑制を目的とした公知例は、特開平7-37591号公報にカソード材に熔融炭酸塩中で難溶性のものを使用した発明がある。また、電気化学(vol. 56, p791, 1988)及びJ. Electrochem. Soc (vol. 134, p3035, 1987)に炭酸塩にカソード材である酸化ニッケルの溶解度を低減する効果のあるアルカリ土類金属を添加し、溶解度を低減する方法の報告がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、現状ではカソードの溶解を完全に防止する方法は確立されていない。また、熔融炭酸塩型燃料電池は電池を構成し、一度電解質を熔融状態にすると電池構成部材各々は分解す

ることが不可能である。即ち、一度運転を行った熔融炭酸塩型燃料電池は、その構成材料の一部が消耗し交換が必要になった場合、電池全体を新規なものにしなければならない。従って、カソードの消耗に伴い電池性能が劣化し、運転継続不可能になった時点で電池寿命が規制される。一方、アノードは炭酸塩中に溶出することはない。従って、電極に関しては寿命を規制するものはカソードの溶出量である。

【0006】本発明の目的は、消耗したカソードを交換することなく電池性能を運転初期の状態に復帰させる事を狙いとしている熔融炭酸塩型燃料電池を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】即ち、カソードの溶出がある程度進んだ時点でカソード材量を還元しアノード化すること及びアノードを酸化してカソード化すると共に両極に供給する反応ガスの極性を反転・交換することにより、各々の電極を反対の極として使用する。溶出により消耗が進んだカソードに代えてそれまで消耗されていないアノードから新規にカソードを作り出して使用することで、低下した電池性能を運転初期の状態に回復させることが可能になる。

【0008】具体的には、電池運転継続不可能になるまでカソードの消耗が進行しない時点で、下記(1)から(3)の操作を行う。また、下記操作は運転温度を保持したままの状態で行う。

【0009】(1)．まずカソード反応ガス供給路のガスを遮断し、カソード材である酸化ニッケルを還元可能なガス(例えばH<sub>2</sub>を含むもの)をカソード反応ガス供給路に通気する。還元性のガスにより酸化ニッケルは金属ニッケルに還元されアノードとして機能可能な状態になる。これを再生アノードと称す。

【0010】(2)．同時にアノード反応ガス供給路のガスを遮断し、アノード材である金属ニッケルを酸化可能なガス(例えばO<sub>2</sub>を含むもの)をアノード反応ガス供給路に通気する。酸化性のガスにより金属ニッケルは酸化ニッケルに酸化され、かつ熔融炭酸塩中の成分であるLiがドーブされ、カソードとして機能可能な状態になる。これを再生カソードと称す。

【0011】(3)．再生アノード及び再生カソードにそれぞれアノード反応ガス及びカソード反応ガスを供給し、負荷を再生前と正負逆転させることにより、再び熔融炭酸塩型燃料電池として機能させることができる。再生カソードはそれまでの材料の消耗が皆無であるので、消耗量無しの時点から運転を再開することになる。この操作により電極材料を新規なものに交換する必要がないので、結果的に電池寿命を延ばすことになる。

【0012】

【発明の実施の形態】

(実施例1) 図1に発明の実施例として示した燃料電池

の概略説明図であり、反応ガスの切替操作順に従って(a)、(b)、(c)と記述した。

【0013】図1(a)は通常の燃料電池の運転状態を示してある。燃料電池は容器1X内にカソード1、アノード2、カソードガス供給路3、アノードガス供給路4、電解質保持板5を基本的構成としている。カソードガス供給路3及びアノードガス供給路4は配管3X、4Xを介してカソード供給槽6Xとアノード供給槽7Xに連通している。カソードガス供給槽6X及びアノード供給槽7Xには水素ガス6及び酸素ガス7を充填している。また燃料電池は600～700℃の温度で運転され、該温度では炭酸塩(炭酸リチウムおよび炭酸カリウム或いは炭酸ナトリウムの混合塩)が溶融した状態で電解質保持板5に存在する。使用するアノード2はニッケル粉末を還元焼結して得られる。

【0014】カソード1は還元焼結体を酸化することにより得られる。通常の熔融炭酸塩型燃料電池ではカソード1およびアノード2のニッケル量がほぼ同量に作製されている。カソード1に水素を供給するためのカソード追加ガス供給源8及びアノード2に酸素を供給するための追加供給源9は、配管3X、4Xに連通している。配管3X、4Xはカソード及びアノードに反応ガスの供給を制御するための供給バルブ10、11を具備している。連絡用配管14X、15Xは配管3Xと配管4Xとの間を連絡している。連絡用配管14X、15Xに供給バルブ14、15を設け、図1(b)および(c)の再生アノード16および再生カソード17への反応ガスの供給を制御している。配管3X、4Xと連通している追加供給源8及び9は、カソード1の還元及びアノード2の酸化を促進する媒体を供給し、且つ制御する供給バルブ12、13を設けている。

【0015】図1(a)は通常運転時のガスの流れを示している。通常の運転時はカソードガス供給槽6X及びアノードガス供給槽7Xからカソードガス供給路3及びアノードガス供給路4に反応ガスを供給した状態が保たれており、供給バルブ10及び供給バルブ11以外のバルブは閉じた状態であり、水素ガス6、酸素ガス7以外のガスは電池内に供給されない。この状態で電池運転を継続していくと電池性能が低下してくる。電池性能の低下はカソードが消耗するために生じる。このため次の電極再生(b)を行う。

【0016】図1(b)は電極再生操作時のガスの流れを示している。操作は以下の通りである。まず供給バルブ10および供給バルブ11を閉じて水素ガス6、酸素ガス7からの反応ガスの供給を停止する。次に供給バルブ14、15を開き、カソードガス供給路3およびアノードガス供給路4の各々に酸素ガス及び水素ガスを供給する。この操作によりカソード1に水素、アノード2に酸素が通気される。

【0017】その結果、酸化ニッケルを主体とするカソ

ードは金属ニッケルに還元され、再生アノード16を形成する。また、金属ニッケルが主体のアノードは酸化ニッケルに酸化され、再生カソード17を形成する。再生カソード17はニッケル成分が未溶出であり、初期状態のカソード1と同等量のニッケルを含んでいる。

【0018】図1(c)は再生アノード16及び再生カソード17を図1(a)の運転状態に復帰するには、操作(b)の後に供給バルブ14及び供給バルブ15を閉じ、供給バルブ10及び供給バルブ11を開き、カソードガス供給槽6及びアノードガス供給槽7からの水素ガス6及び酸素ガス7をカソードガス供給路3及びアノードガス供給路4に供給し、再生アノード16を再々カソード16'に、又再生カソード17を再々アノード17'に形成し、図1(a)の運転状態に入る。

【0019】この操作によりアノード供給槽7Xの酸素ガス7をカソードガス供給路3に供給して、再々アノード16'を形成する。又カソード供給槽6Xの水素ガス6をアノードガス供給路4に供給して、再々カソード17'を形成する。この状態は(a)においてガス供給槽内の反応ガスを交換した状況である。

【0020】再生カソード17は溶出による消耗がないので、再生前の消耗した時点でのカソード1よりも表面積が大きい。従って反応分極が消耗した時点でのカソード1より小さく、運転初期におけるカソード1と同等の分極値が得られる。一方、再生アノード16は消耗したカソード1を再生したものであるから、再生前のアノード2よりも表面積が小さい。

【0021】しかし、一般的にアノードは必要最小限のニッケル量よりも十分に多量のニッケル原料を用いており、反応に関与する表面積は十分に確保されているため、通常の運転条件においてはアノード分極の表面積依存性はほとんどない。従って、消耗した時点でのカソード1から再生した再生アノード16を用いても、反応分極は運転初期におけるアノード2と遜色がない。以上(a)から(c)の操作により電池性能が運転の初期状態まで回復する。

【0022】このように、本発明の燃料電池によれば、消耗したカソードを交換することなく電池性能を運転初期の状態に回復させることができるので、燃料電池は再生操作を行わなければ、8,000時間の寿命であったが、本発明の再生後は15,000時間以上も運転継続可能な見込みがある。

【0023】次に図2より再生アノード16及び再生カソード17の組成をX線回折装置により分析した結果である。同(a)はX軸の金属ニッケル結晶面とY軸の金属ニッケルのX線回折ピーク強度との関係を示す特性図である。特性図の所定個所に再生前は酸化ニッケルであったものが、完全に金属ニッケルNiに還元されることが、X線回折ピークにより明瞭に認められていることがわかる。

【0024】また図2(b)は再生カソードのX線回折チャートである。同(a)はX軸の酸化ニッケル結晶面とY軸の酸化ニッケルのX線回折ピーク強度との関係を示す特性図である。特性図の所定個所に酸化ニッケルのX線回折ピークが明瞭に認められ、再生前は金属ニッケルであったものが、完全に酸化されていることがわかる。ここで再生カソードにリチウム化酸化ニッケルが形成したのは炭酸塩中のリチウムが酸化ニッケルの結晶格子内にドーブされ不定比化合物を形成したためである。この不定比化合物の形成により再生カソードは電子伝導性を有する。上記のX線回折解析の結果より、図2(b)の操作により電池運転が可能な電極が再生されたことがわかる。

【0025】図3にカソードのニッケル溶出による電池性能の低下、カソードおよびアノードの再生および再生後の電池の性能の推移を図示した。運転開始時セル電圧つまり初期性能22は約0.78Vであったが、ニッケルの溶出が進行したため約8,000時間経過時に再生基準電位23(0.70V)に達した。8,000時間から10,000の間に図1(b)の再生操作24を行った。その結果、再生後の電池性能が約0.77Vまで回復し、ほぼ運転初期の性能まで回復した。25は再生前後の電池電圧である。

【0026】このように、本発明の燃料電池によれば、消耗したカソードを交換することなく電池性能を運転初期の状態に回復させることができる。またこの電池は再生操作を行わなければ8,000時間の寿命であったのに対して、本発明を使用した再生後は15,000時間以上も運転継続可能な見込みがある。

【0027】(実施例2)図4は実施例1の溶融炭酸塩型燃料電池において図1の(a)ないし(c)の操作を自動化したシステムである。水素ガス6の追加供給源8及び酸素ガス7の追加供給源9にガス流量計28,29とカソード及びアノードのガス量積算計30を設けている。ガス量積算計30は制御部31に接続している。制御部31はカソード1とアノード2との間の端子電圧Vを検出して、入力する。制御部31からの制御信号が図6の電磁制御回路34に流れると、電磁制御回路34の例えば電磁弁10'~15'の1個例えば電磁弁10'の開閉について説明する。配管3X内の一対の仕切板3Yには貫通穴3Zを設け、一対の仕切板3Y間に昇降する電磁弁10'を挿入している。

【0028】電磁弁10'を上昇して、貫通穴3Zを開放して、水素ガス6を流通するには、制御部31からの制御信号が入力すると、スイッチ31が閉じ、電磁コイル32に直流電源DCからの電流がながれ、電磁石33が励磁し、バネ34を圧縮しながら、電磁弁10'を上昇して、貫通穴3Zを開放する。電磁弁10'を上昇するときに、バネ34を圧縮しながらエネルギーを蓄積している。前述とは逆に制御部31からの制御信号が無く

なると、スイッチ31が開放し、電磁石33が励磁が無くなり、バネ34の蓄積エネルギーを釈放して、電磁弁10'を降下して、貫通穴3Zを塞ぐ。この状態が電磁弁14'、15'である。

【0029】制御部31からの制御信号を電磁制御回路34に入力するか否かの基準判断は、図6により説明する。図4の電磁弁10'及び11'を開放して水素ガス6及び酸素ガス7をカソードガス供給路3及びおよびアノードガス供給路4に流してカソード1及びアノード2にNiO及びNiを形成している。この間に電磁弁14'及び15'は閉じている。この状態でカソード1及びアノード2は電流密度150 (mA/cm<sup>2</sup>)で後述されている電池電圧の0.8Vで運転している。運転時間が8000時間を過ぎた頃になると、電池電圧が再生基準電位23の0.7V近傍に落ちて来る。この0.7Vを制御部31に入力して閉じている電磁弁10'を開放に切替える。

【0030】そして切替操作41によりバネ34の蓄積エネルギーを釈放して、電磁弁10'を降下して、貫通穴3Zを塞ぐと共に、電磁弁14'及び15'を開放して水素ガス6及び酸素ガス7をカソードガス供給路3及びアノードガス供給路4に流して図1の(b)のように再生アノード16及び再生カソード17であるNi及びNiOを形成することを、自動的に行なう。この間に負荷に電力の供給を停止している(図7)。ガスを供給後に電池性能が約0.72Vから約0.78Vまで回復していることが判る。回復後更に運転時間を8000時間のばすことが出来た。

【0031】図8は切替操作41を行ないながら平行して負荷に電力を供給しながら電極再生42を図り、負荷に安定した電力を供給できる利点がある。図9はカソード電位が0.7V近傍に落ちはるか手前の5000時間前後で何回も切替操作41を自動的に行なうことで、燃料電池の変動を小さく抑える方法を示した。

【0032】自動化に際して上述の他に例えば供給弁に設けたギアと直流モータの回転軸に設けたギアとを係合して、直流モータに接続した直流回路のスイッチを入切して、極性を反転して直流モータを正逆回転し、供給弁を正逆方向に回転し、供給弁を開閉する。この場合、スイッチの入切は上述の制御部より制御回路に制御信号が出されことは云うまでもない。

【0033】(実施例3) 上述は電池電圧が0.8Vから再生基準電池電圧の0.7Vに降下した場合について説明したが、図10の検出方法もある。即ち、電位参照電極35、参照電極電位検出端子36およびカソード電位検出端子37を具備している。電位参照電極35は電池内の基準電位を与える電極であり、カソード入口ガス組成O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>=15/30/55の組成の熔融炭酸塩中の電気化学ポテンシャルを示す。カソード電位検出端子37はカソード1の電極電位を測定するもの

で、電極の溶出に伴う電極性能の低下すなわち分極の増加を検出する。

【0034】電位参照電極35は図7に掲載されているように電位参照電極35の参照電極電位を零にした時、電位参照電極35とカソード電位検出端子37との間では負荷電流密度150 (mA/cm<sup>2</sup>)で、運転開始時のカソード基準電位は-0.1 (V)であり、運転時間が8000時間付近になると、-0.2 (V)になるので、これを検出して制御部31に入力して閉じている電磁弁10'を開放に切替え、図4、図5と同じ働きを行なう。

【0035】図11にカソード電極電位の変化を示す。運転の初期において、最も一般的な運転条件であるカソード反応ガス組成O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>=15/30/55、カソードガス利用率=40%、負荷電流密度150 (mA/cm<sup>2</sup>)でカソード電極電位は-約0.10V(対参照電極)を示している。またカソードの基準電位22は運転時間の経過に伴って増加することがわかる。運転時間約8,000時間において電位が基準値に達している。これを起点として追加ガス供給を開始する。供給開始後のシステムの動作は実施例5と同様である。また電池性能は実施例5と同様な経過で回復する。

【0036】このように、本発明の実施例によれば、電極再生を自動化することが出来るようになった。

【0037】

【発明の効果】以上の発明によれば、電池運転により消耗したカソードを交換することなく電池性能を運転初期の状態に回復させることができる。また消耗のないアノードを再生してカソード化する事は実質的にはカソードの許容消耗量が約2倍になると等価であるため、電池の長寿命化に大きな効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)ないし(c)は本発明の実施例として示した熔融炭酸塩型燃料電池の概略説明図である。

【図2】(a)ないし(c)は図1を形成した再生アノードおよび再生カソードの特性図である。

【図3】図1の電池電圧の推移を示す特性図である。

【図4】本発明の熔融炭酸塩型燃料電池を自動化した概略説明図である。

【図5】図5に適用した磁気回路図である。

【図6】本発明の熔融炭酸塩型燃料電池の特性図である。

【図7】図4の熔融炭酸塩型燃料電池の特性図である。

【図8】図4の熔融炭酸塩型燃料電池の特性図である。

【図9】図4の熔融炭酸塩型燃料電池の特性図である。

【図10】本発明の熔融炭酸塩型燃料電池を自動化した概略説明図である。

【図11】図10の熔融炭酸塩型燃料電池の特性図である。

【符号の説明】

1X…容器、1…カソード、2…アノード、3…カソードガス供給路、4…アノードガス供給路、5…電解質保持板、6X…カソードガス供給槽、7X…アノードガス\*

\*供給槽、10…供給バルブ、11…供給バルブ、12…供給バルブ、13…供給バルブ、16…再生アノード、17…再生カソード。

【図1】

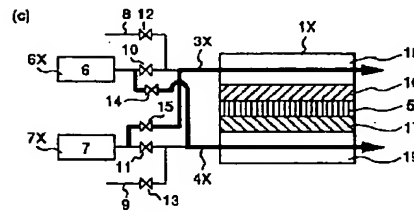
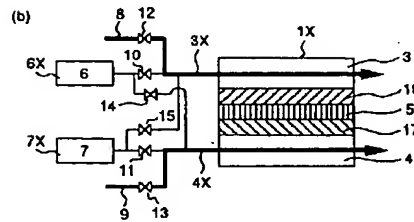
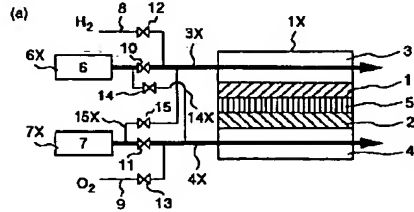
【図2】

【図5】

図 1

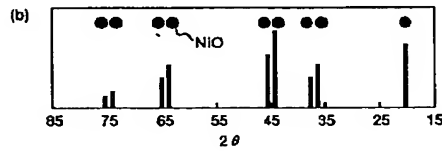
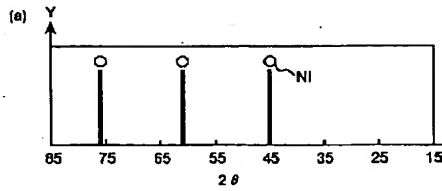
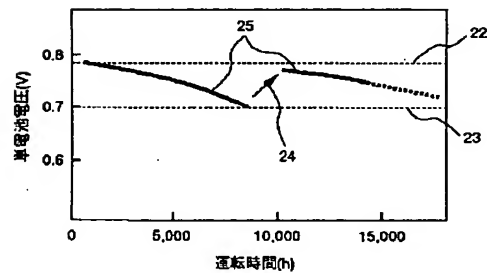
図 2

図 5



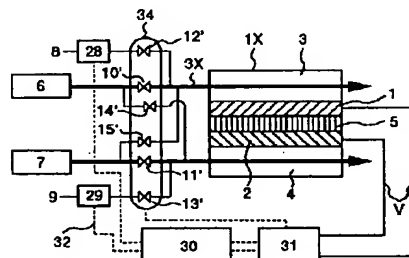
【図3】

図 3



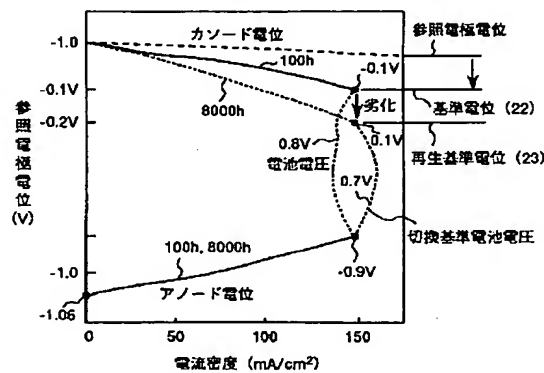
【図4】

図 4



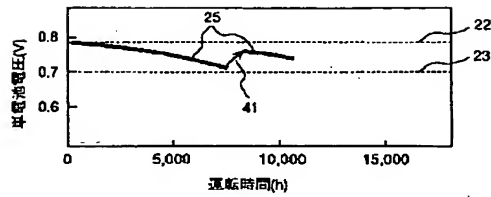
【図6】

図 6



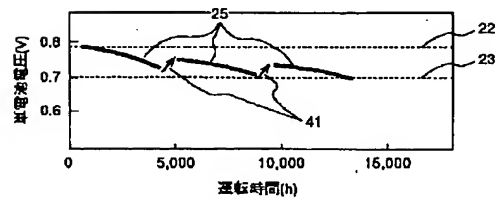
【図7】

図 7



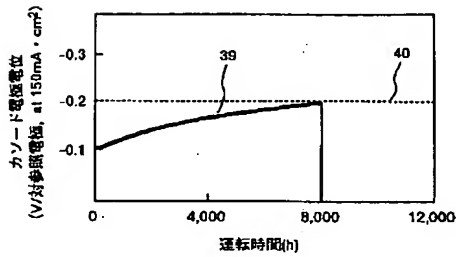
【図9】

図 9



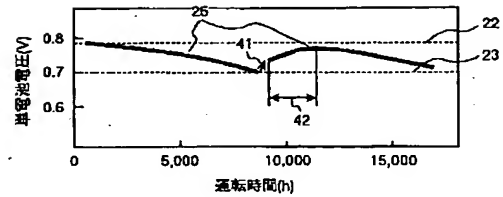
【図11】

図 11



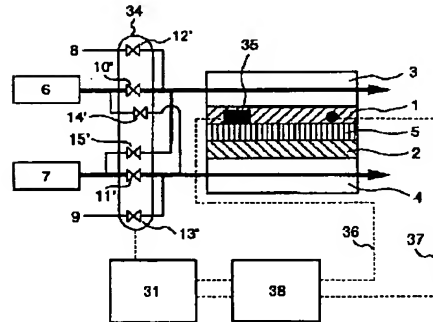
【図8】

図 8



【図10】

図 10



フロントページの続き

(72)発明者 山賀 賢史  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 加茂 友一  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内